

移动地理信息采集共享 P2P Web Service 平台

李 晔^{1,2}, 王劲林²

LI Ye^{1,2}, WANG Jin-lin²

1.中国科学院 研究生院,北京 100039

2.中国科学院 声学研究所 国家网络新媒体工程技术研究中心,北京 100080

1.Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

2.National Network New Media Engineering Research Center, Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

E-mail: liye@dsp.ac.cn

LI Ye, WANG Jin-lin. Geography information gathering and sharing infrastructure based on mobile P2P Web Service. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(11): 85-88.

Abstract: To propose a geography information gathering and sharing infrastructure based on mobile P2P web service, named MPPWS-GIGS (Mobile P2P Web Service Geography Information Gathering and Sharing), the object is to support an information gathering and sharing by using the native distributed characteristic of mobile phone. To overcome the nomadic mobile network characteristic and the limited network bandwidth of mobile network, using a center surrogate server and existing network protocol binding (TCP/UDP) to implement the device management, session management, service management and so on.

Key words: geography information; gathering; sharing; Web Service; Peer to Peer (P2P)

摘 要: 提出一种基于移动 P2P Web Service 的地理信息采集与共享平台 MPPWS-GIGS (Mobile P2P Web Service Geography Information Gathering and Sharing), 目标是充分利用移动终端天然的分布式特点, 支持地理信息的 P2P 采集和共享功能; 为了克服现有移动网络的漫游性、带宽的局限性, 通过中心控制服务器, 基于目前移动网络支持的网络协议 (UDP/TCP), 完成针对移动网络的终端管理、会话管理、服务管理等功能。

关键词: 地理信息; 采集; 共享; 服务; P2P 技术

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.11.025 **文章编号:** 1002-8331(2009)11-0085-04 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP393

1 引言

随着 Web Service 技术的发展, SOA (Service Oriented Architecture) 架构的流行, 以及移动网络和移动终端的进步, 持有移动终端的用户数量的猛增, 在移动终端上使用和部署 Web Service 成为一个崭新的需求; 尤其是利用移动终端天然的分布式特征部署地理信息采集共享业务的需求更为迫切。然而, 当前移动网络的漫游性、带宽局限性等障碍使在移动终端上按传统方法部署此类业务系统有一定的困难。

针对上述问题, 提出一个基于移动 P2P Web Service 的地理信息采集与共享平台的设计模型, 简称 MPPWS-GIGS (Mobile P2P Web Service Geography Information Gathering and Sharing), 首先介绍了 P2P Web Service 的技术背景; 然后介绍了 MPPWS-GIGS 平台的系统架构以及一个实际应用场景; 对 MPPWS-GIGS 平台进行总结, 并展望了今后的研究方向。

2 技术背景

2.1 P2P Web Service 技术

P2P (Peer-to-Peer) 系统中的任何一个节点 (peer) 都能够

共享系统内的资源, peer 间通过直接交换信息来进行信息和服务的共享, 而不需要经过其他的中间实体。P2P 最根本的思想在于网络中的 peer 既可以获取其他节点的资源或服务, 同时又是资源或服务的提供者, 即兼具客户机和服务器双重身份。一般 P2P 网络中的每一个节点所拥有的权利和义务都是对等的, 包括通讯、服务和资源的使用, 因此 P2P 是一种分散的、分布式的资源管理模型^[1]。

Web Service 主要依赖于 Extensible Markup Language (XML)、Simple Object Access Protocol (SOAP)、Web Service Description Language (WSDL) 和 Universal Discovery Description and Integration (UDDI) 四方面的技术; W3C 在 2002 年 8 月发布的 Web Service 最新定义是: Web Service 是由 URI (Uniform Resource Indication) 标识的一个软件应用, 其接口和绑定可以通过 XML 文档定义、描述和发现; 它使用基于 XML 的消息通过互联网协议与其他软件之间直接交互^[2]。

P2P 的分布式特征导致 P2P 技术有一些缺陷, 例如可管理性、互操作性、安全性等比较差, 而 Web Service 的集中式特征

基金项目: “国家“十一五”科技支撑计划重大项目资助“数字媒体服务示范工程”(Supported by National Great Project of Scientific and Technical Supporting Programs Funded by Ministry of Science & Technology of China During the 11th Five-year Plan. NO.2006BAH02A22)。

作者简介: 李晔(1981-), 男, 博士研究生, 主要研究领域为宽带通信; 王劲林(1964-), 男, 博士生导师, 主要研究领域为宽带通信。

收稿日期: 2008-02-26 **修回日期:** 2008-03-28

正好可以弥补这些缺陷,典型的结合方式有:利用 WSDL 完善 P2P 网络中对等节点的服务描述;利用 UDDI 实现 P2P 应用的发现机制,或者利用 P2P 技术实现 UDDI 的分布式检索;利用 P2P 的分布式技术提高 Web Service 的扩展性等。

2.2 移动 P2P Web Service 技术

移动 P2P Web Service 是指构建在移动终端上,利用移动网络来通信的 P2P Web Service;移动通信服务是天然的 P2P 服务,现有的电话、消息业务均属于 P2P 技术的一个子集,未来,高级的信息共享、资源共享型应用将成为移动网络上的主流服务。服务开发者需要解决网络的漫游性、无缝应用会话管理、设备多样性、平台多样性、协议多样性、带宽局限性问题。

移动 P2P Web Service 的应用平台需要能够隐藏移动网络和移动终端的复杂性,使上述障碍对具体应用的开发者透明,要求其具有良好的扩展性;使具体应用开发者则可以集中精力采用 SOA 原理和 Web Service 技术开发实际应用。

由于地理信息具有空间定位的特点,在区域上表现出分布式特点,不可重叠,空间数据存储或更新、使用等操作物理上不在一处,其分布性特征表现在:(1)数据采集、存储、维护和更新的分布性;(2)地理数据运作方式的分布性;空间数据的分布性和计算模式的分布性是地理信息分布的主要特征,地理信息的分布性造就了不同形式的分布式地理信息,决定了地理信息采集与共享平台的分布性。例如位置服务,其具有典型的 P2P 应用的特征,移动 P2P Web Service 将是提供透明的、可扩展的地理信息采集与共享服务的最适合平台之一。

3 MPPWS-GIGS 系统设计

在 MPPWS 系统中,移动终端既是服务请求者,同时也是服务推送者。移动终端作为服务请求者访问 Web Service 时,主要障碍在移动网络带宽和终端处理能力,通过优化网络传输协议以及 SOAP 消息定义即可提高 Web Service 的性能和用户体验;移动终端作为服务推送者推送 Web Service 时,主要障碍包括移动网络带宽、终端处理能力、移动网络的漫游性等因素,这就需要除了通过优化网络传输协议以及 SOAP 消息定义以外,还需要在终端管理、会话管理、服务管理等方面做一些针对性的工作来克服移动网络的漫游性。

3.1 参与的角色

本文定义的 MPPWS-GIGS 中有三个角色:中控代理服务器、移动终端、应用开发者。

3.1.1 应用开发者

MPPWS-GIGS 平台隐藏了移动网络和移动终端的复杂性,对地理信息采集和共享的应用开发者是透明的,应用开发者则可以集中精力采用 SOA 原理和 Web Service 技术开发实际应用,并且将其开发的新服务组件上传、注册到 MPPWS-GIGS 平台供移动终端下载。

3.1.2 中控代理服务器

中控代理服务器主要任务包括服务管理、节点管理、服务中转代理三大模块:服务管理模块管理应用开发者上传的服务组件、管理服务组件的下载;节点管理管理所有使用 MPPWS-GIGS 的移动终端,记录终端状态以及终端上支持服务的状态;服务中转代理的任务是支持 P2P 形式的 Web Service 访问,实现会话管理功能,克服网络漫游性的主要障碍。

3.1.3 移动终端

移动终端主要任务是自身服务管理和对等节点管理:自身

服务管理模块管理自身作为服务提供者提供的 Web Service;对等节点管理模块维护其他对等节点的状态和他们提供的服务的状态等。

3.2 系统架构

为了兼容上文提到的移动网络,移动终端的一些特点,如图 1 所示,本文对传统的 Web Service 技术架构作了一些调整:借鉴 P2P 中心化拓扑(Centralized Topology)型结构,以中控代理服务器实现传统 Web Service 架构中的 UDDI 注册功能和中心化拓扑型 P2P 架构中的节点管理、应用管理、会话管理等功能。图 1 表示了有两个移动终端 A 和 B 的移动 P2P Web Service 架构,一般来说,两个终端既可提供 Web Service,也可使用 Web Service。终端在下载服务组件后需要到中控代理服务器上注册服务,中控代理服务器负责移动终端 IP 地址变化的维护和建立终端之间的会话以及释放终端之间的会话;使终端可以透明地使用其他对等终端的服务和透明地为其他对等终端提供服务。

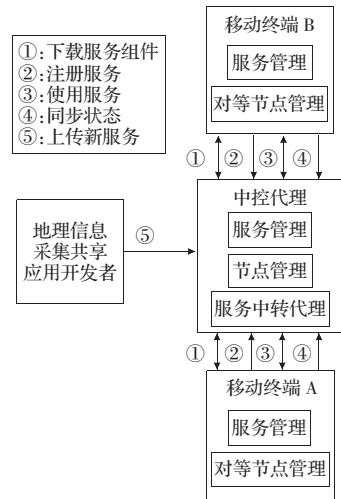


图 1 MPPWS-GIGS 系统架构图

中控代理服务器为维护各节点的服务状态,要求使用该 GIGS 平台的终端通过心跳通知(Heart-Beat)的方式更新其状态,中控服务器上节点服务状态的准确程度和心跳的间隔成反比。

3.3 中控代理服务器结构

中控代理服务器主要由服务管理和服务中转代理组成,如图 2 所示,其中服务管理包括活动服务管理、点对点管理(节点管理)和服务库管理。



图 2 中控代理服务器内部结构图

定义 1 MPPWS-GIGS 的一个服务:

$$W = \{WId, WSDL, WSC\}$$

其中 WId 表示标识该服务的唯一 ID, $WSDL$ 表示该服务的输入、输出定义, WSC 表示该服务的执行组件。

定义 2 MPPWS-GIGS 中的一个终端节点:

$$P = \left\{ PId, GA, TA, IP, Port, S_p, \bigcup_{i=1}^n (W_i, S_i) \right\}$$

其中 PId 表示标识该节点的唯一 ID, GA 表示该节点的地理位置属性, TA 表示该节点的类别属性, IP 标识该节点当前的 IP 地址, $Port$ 表示该节点当前的端口号, S_p 表示该节点当前的状态, W_i 表示该节点提供的第 i 个服务, S_i 表示该节点提供的第 i 个服务的状态。

定义 3 MPPWS-GIGS 中的一个节点组:

$$GP = \bigcup_{i=1}^n P_i$$

其中 P_i 表示该组内的第 i 个节点。

定义 4 MPPWS-GIGS 中的一个活动服务:

$$AW = \left\{ W, \bigcup_{i=1}^n P_i \right\}$$

其中 W 表示一个服务, P_1-P_n 表示提供当前服务的 n 个节点的集合。

服务中转代理通过支持 P2P 中 TCP 和 UDP 穿透 NAT(Network Address Translation)的功能^[9], 建立端到端的会话管理, 允许移动终端之间透明的数据交换, 实现 P2P Web Service。

3.4 移动终端软件结构

移动终端软件由用户界面、服务调度响应器、对等点管理, 自身服务索引和服务组件库组成, 如图 3 所示。

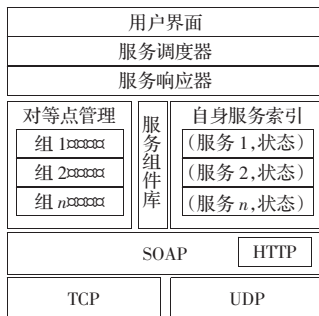


图3 移动终端平台内部结构图

移动终端软件中的对等点管理是中控代理服务上对等点管理模块的子集, 服务组件库包括该终端目前支持的服务的运行组件, 自身服务索引包括该终端目前支持服务及其状态的一个组合列表。

服务调度器和服务响应器分别作用于该移动终端作为服务请求者和提供者时的两种角色。

3.5 SOAP 消息的绑定传输协议

Web Service 通过 SOAP 协议来交换消息, 理论上传输层可以选择使用不同的协议。目前传统的 Web Service 通常采用 HTTP 协议在支持 SOAP 信息交换, 由于 HTTP 协议建立在 TCP 协议的基础上, TCP 的三步握手和慢启动机制直接影响了 HTTP 协议的性能; 尤其在移动通信网络上, 网络带宽资源有限, 采用 TCP 协议无疑浪费了不少资源。

为了克服移动网络的带宽局限性, MPPWS-GIGS 系统支持 HTTP 的同时还支持 UDP 协议替代 TCP 作为 SOAP 消息的传输层协议: 在传输小型的 GIS 数据(比如某节点实时地经纬度)时, 采用不可靠的 UDP; 在传输大型的 GIS 数据(比如某节点实时采集的图像信息)时, 采用可靠的 UDP; 可靠的 UDP 通

过应用层的定时消息重传来实现。SOAP 消息定义时, 需要定义一系列消息片断和其对应的唯一 ID, 在 UDP 构造数据包时使用。演示系统实验证明, 采用 UDP 传输小型的地理数据可以提高传输性能 2~3 倍。

3.6 端到端会话建立过程

为克服移动网络的漫游性, MPPWS-GIGS 利用中控代理服务做协调, 实现端到端的会话建立。会话建立过程由如下几个机制组成。

3.6.1 心跳通知机制

移动终端通过 TCP 或者 UDP 协议通知中控服务器自身的状态, 数据包信息 $I = \bigcup_{i=1}^n (WId_i, S_i)$, 中控服务器记录其 IP 地址, 端口地址以及服务信息, 如图 4 所示。

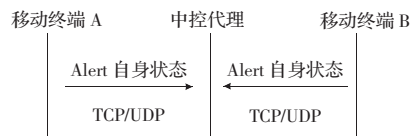


图4 心跳通知机制示意图

移动终端采用心跳方式实现通知机制, 定期发起一个 Alert 通知, 使中控服务器上的终端节点信息保持近似最新。

3.6.2 节点同步机制

移动终端通过 TCP 或 UDP 协议定期向中控服务器查询其他对等节点的状态, 中控服务器收到请求后返回其他节点的信息, 数据包信息 $I = \bigcup_{i=1}^n P_i$; 此处也可以采用可靠的 UDP 实现方式, 如果对精度要求不是很高, 只实现不可靠的 UDP 协议即可, 如图 5 所示。

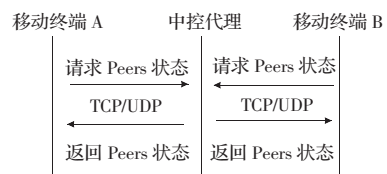


图5 节点同步机制示意图

如果同步机制采用 UDP 协议, 平台中还可以采用中控服务器主动发起 UDP 广播的方式来更新所有节点状态, 可以更加节省通信消耗。

3.6.3 会话建立机制

移动终端之间的会话建立可以基于 TCP 协议, 也可以基于 UDP 协议, 由心跳通知机制和节点同步机制采用的协议决定。图 6 是两种协议的会话建立示意图。UDP 会话建立和 TCP 会话建立的区别是因为 UDP 是无连接的协议, 它允许 socket 进行“多对一”的通讯, 而 TCP 是面向连接的协议, 需要通过 TCP 端口复用和采取双方同时打开 TCP 连接的技术^[9], 实现了点对点的 TCP 直接通信。

4 水利数据遥测共享管理服务实例

为验证 MPPWS-GIGS 平台, 在 Symbian S60-2nd 平台上实现了一个水利数据遥测共享管理服务系统, 允许水利工作人员之间共享实时采集到的水利数据, 主要包括文字格式和少量图片格式的监测数据。本系统分别采用了 UDP 和 TCP 作为 SOAP 的绑定协议。

每个工作人员的移动终端中都有一个人员列表, 以及其所提供

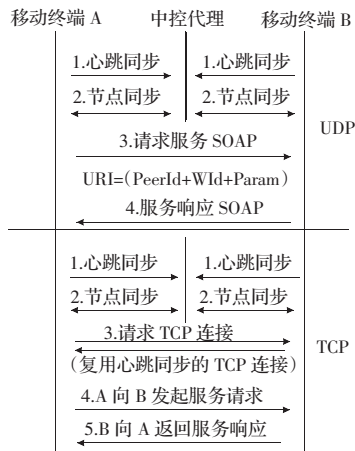


图6 基于UDP和TCP的会话建立机制示意图

的服务,由于水利数据监测的多样性,不同的工作人员所负责的采集内容不同,其所提供的服务也就不同;每个人有一个状态信息{Online, Offline},每个服务也有一个状态信息{Ready, No Data, No Service},根据人员的状态和服务的状态即可请求其提供的服务。

采用3.6节介绍的心跳通知、节点同步和会话建立机制,本实例克服了移动网络的漫游性,保证了移动终端在蜂窝网络的漫游过程中状态的近似同步,其中,心跳间隔与同步程度成反比。

以采集共享监测点水位、流量、流速、降雨(雪)、蒸发等文本数据(8 KB)和小型图像数据(35~40 KB)为例,对25次实际请求的网络延迟取平均,在Nokia7610上UDP实现和TCP实现两种情况的测试数据如表1所示。

表1 UDP传输和TCP传输性能比较

	UDP实现/ms	TCP实现/ms	UDP/TCP性能
8 K文本	1 887	5 245	2.78倍
40 K图像	8 765	19 763	2.25倍

从表1可以看出,在本实例中,UDP传输性能比TCP高,即使服务数据为大数据,为提高传输性能且不降低准确性,将大数据拆分成小块数据依次通过UDP传输,同样可以实现和采

(上接73页)

形式化方法的优点,通过各构件模型的组合对软件需求模型中的时间约束进行分析,可以在开发早期检测出需求模型中的时间冲突,有助于提高软件质量,另外构件技术的应用也使得分析过程中的各构件模型和分析结果具有可复用、可扩展的优点。

6 结束语

在嵌入式实时软件系统的开发过程中,保证时间需求的正确性是构建高可靠软件系统的一个重要方面。本文基于构件技术,对嵌入式实时软件需求模型中的时间约束进行组合时间分析,不但有助于保证软件时间需求的正确性还体现了构件化思想在嵌入式实时软件开发中的应用,具有一定的理论和现实意义。

下一步的研究工作是在现有嵌入式实时软件建模工具的基础上设计开发基于Eclipse、集成UML视图模型到CTER转换机制的建模工具,进一步推进构件化思想在嵌入式实时软件开发中的应用研究。

参考文献:

- [1] 王艳军,王戟,齐治昌.并发反应式系统的组合模型检验与组合精化检验[J].软件学报,2007,6(18):1270-1281.
- [2] 张佩云,黄波,孙亚民.基于Petri网的Web服务组合模型描述和验

用TCP协议相同的效果,且达到了克服网络带宽低下的目的。

5 结束语

本文主要研究基于移动P2P Web Service技术的地理信息采集与共享平台,目标是克服网络的漫游性,带宽局限性等问题。本文提出的MPPWS-GIGS平台一方面对地理信息采集和共享应用开发者隐藏了上述障碍,提高服务扩展性,另一方面提高了服务质量,增强了用户体验。通过实例“水利数据遥测共享管理服务”验证了MPPWS-GIGS平台。

该平台利用了中心化拓扑P2P架构的思想,平台核心部分是中控代理服务器,随着平台上服务种类的增加,Peer点的增加,中控代理服务器可能会成为平台的一个瓶颈和单点故障点。后续研究工作中将考虑把中心代理服务器演化成一个代理服务器组,采用P2P半分布式拓扑结构中的超级节点的架构来实现中心代理服务器的功能;另外,Peer点的增加会引起移动终端上Peer点管理的爆炸式增长,未来会考虑节点分组管理的方法。

参考文献:

- [1] 曾碧卿,陈志刚.P2P与网络的互补性研究[J].计算机工程与应用,2005,41(11):132-134.
- [2] 郑晓东,王志坚,周晓峰,等.一种基于Web Service的分布式计算模型研究及其实现[J].计算机工程与应用,2004,40(1):144-147.
- [3] 杨璐,沈悦,蒋蕾.一种TCP协议穿透Symmetric NAT方案[J].计算机工程与应用,2007,43(6):122-124.
- [4] 张智,李瑞轩.P2P平台上的Web服务模型研究[J].计算机工程与科学,2005,27(6):30-31.
- [5] 张智,李瑞轩,杨俊.WebPeer:一个基于P2P的Web服务平台[J].计算机应用研究,2006,23(5):210-212.
- [6] van Halteren, Pawar A, Univ P T. Mobile service platform: A middleware for nomadic mobile service provisioning[C]//IEEE International Conference on, Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, 2006, Montreal, Que, 2006: 292-299.
- [7] 谢吉,赵红蕊,唐中实.基于Web Service的GIS模型服务[J].测绘通报,2007(3):63-66.
- [8] 证[J].系统仿真学报,2007,19(12):2872-2876.
- [9] 杨超,曹春杰,马建峰.通用可组合安全的Mesh网络认证协议[J].西安电子科技大学学报,2007,34(5):814-817.
- [10] Ghezzi C, Mandrioli D, Morasca S. A unified high-level Petri net formalism for time-critical systems[J]. IEEE Software Engineering, 1991, 17(2): 160-172.
- [11] 赖明志,尤晋元.使用时间化自动机形式化带有时间扩展的UML状态图[J].计算机应用,2003,23(8):4-6.
- [12] Guo H, Lee W. Compositional verification of timing constraints for embedded real-time systems[C]//Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied Computer Science, Hangzhou, China, 2007: 15-17.
- [13] Wang J, Deng Y, Xu G. Reachability analysis of real-time systems using time petri nets[J]. IEEE Trans on Systems, Man and Cybernetics: Part B, 2000, 30(5): 725-736.
- [14] Trowitzsch J, Zimmermann A, Hommel G. Towards quantitative analysis of real-time UML using stochastic Petri nets[C]//Proceedings of the 19th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium, Denver, CO, USA, 2005: 139-145.
- [15] Sandstrom K, Fredriksson J, Akerholm M. Introducing a component technology for safety critical embedded real-time systems[C]//Proceedings of the International Symposium on Component-Based Software Engineering (CBSE7), Edinburgh, Scotland, 2004: 194-208.